

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-245063

(43)公開日 平成11年(1999)9月14日

(51)Int.Cl.⁶

B 23 K 26/00

識別記号

310

F I

B 23 K 26/00

310 G

310 S

// B 23 K 103:16

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全5頁)

(21)出願番号

特願平10-49748

(22)出願日

平成10年(1998)3月2日

(71)出願人

000004123

日本钢管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72)発明者 小野 守章

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本钢管株式会社内

(72)発明者 田中 靖

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本钢管株式会社内

(72)発明者 細谷 佳弘

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本钢管株式会社内

(74)代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

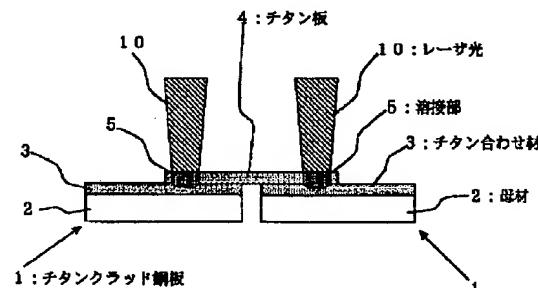
最終頁に続く

(54)【発明の名称】チタンクラッド鋼板の接合方法

(57)【要約】

【課題】溶接部の腐食や割れの発生を招くことなく、しかも作業性を阻害しない簡単なチタンクラッド鋼板の接合方法を提供する。

【解決手段】チタンクラッド鋼板1のチタン合わせ材2側にチタン板4を当て、チタン合わせ材2とチタン板4とをレーザビーム10を用いて重ね溶接する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼母材表面にチタンを接合させたチタンクラッド鋼板のチタン合わせ材側にチタン板を当て、チタンクラッド鋼板とチタン板とを重ね溶接する方法において、レーザビームを用いて溶接することを特徴とするチタンクラッド鋼板の接合方法。

【請求項2】 チタンクラッド鋼板とチタン板の隙間が0.5mm以下となるようにチタン板を加圧しながらレーザ溶接することを特徴とする請求項1記載のチタンクラッド鋼板の接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チタンクラッド鋼板のレーザ溶接による接合方法に係り、特にチタンクラッド鋼板のチタン合わせ材とチタン板との重ね継手溶接方法に関する。

【0002】

【従来の技術】チタンクラッド鋼板は、非常に優れた耐食性を有するチタン（合わせ材と呼ばれる）を強度部材である鋼板（母材と呼ばれる）の表面に接合させた複合鋼板で、コスト的にも有利なため使用環境の厳しい海洋構造物、化学プラント、発電プラントなどの分野でその用途を拡大しつつある。例えば、鋼構造物や配管等のライニング部材として利用されている。しかし、以下に述べるような溶接上の問題があるため、未だ大量使用されるまでに至っていない。チタンクラッド鋼板を通常の方法で溶接すると、チタンと鋼の異種金属が溶融する部分（異材溶接部と呼ばれる）に脆弱な金属間化合物やチタンの炭窒化物が生成するため、溶接部が割れやすくなることである。

【0003】こうした溶接上の問題を解決するために、従来よりいくつかの方法が提案されている。例えば、特開平2-280969号公報や特開平2-280970号公報には、溶接される突き合わせ部の合わせ材（チタン）の除かれた母材に開先を設け、母材同士を溶接したのち、チタン合わせ材と同質のチタン板を重ねて溶接する方法が開示されている。溶接方法として、図3に示すTIG溶接、あるいはプラズマ溶接が用いられている。図中、1はチタンクラッド鋼板、2はチタンクラッド鋼1の母材、3はチタンクラッド鋼板1のチタン合わせ材、4はチタン板、5は溶接部、6はTIG溶接用トーチである。しかし、この溶接法でチタン合わせ材3とチタン板4とを溶接すると、溶融金属がチタン合わせ材3を貫通し、チタンクラッド鋼板1の母材2から鉄が混入し、溶接部5が脆くなるとともに、耐食性も劣化するため、汎用的なアーク溶接では実用上困難である。

【0004】そこで、特開平7-214336号公報や特開平7-232277号公報において、鉄の混入が無く高能率接合が可能な電気抵抗溶接法が開示されている。この溶接法は、図4に示すように鋼でできた上下一

2

対の円盤状の電極7、あるいは図5に示すように円盤状の給電電極8と溶接電極9で、チタン板4およびチタンクラッド鋼板1を加圧すると同時に、電流を流し、チタン板の電気抵抗発熱を利用して接合する方法である。この溶接法は、接合速度が速く、溶融金属中に鉄の混入が無く高い耐食性を有する溶接部5が得られるものの、以下の問題点を有する。接合するのに必要な加圧力が2000N以上高く、装置が大規模になりコスト高になることや、被溶接構造物に加圧力に耐えられるだけの強度が必要であり、適用できる構造物に制約が生じることなどである。また、電気シーム溶接法は、一対の円盤状電極で加圧、通電、冷却しながら接合が進行するため、安定に溶接できるチタン板4の厚さに制約がある。すなわち、チタン板が、1mm以上の厚さの場合には、円盤状溶接電極9の冷却能力が不足し、溶融金属がチタン合わせ材3を貫通し、チタンクラッド鋼板母材2から鉄が混入し、溶接部5が脆くなるとともに、耐食性も劣化するという不都合が生じる。したがって、この溶接法でチタンクラッド鋼板母材2から鉄の混入を抑えて安定に接合するには、チタン板4の厚さを1mm以下、望ましくは0.5mm以下にする必要がある、などのチタン板の適用板厚に制約がある。チタン板の厚さが0.5mm程度と薄い場合には、鋼構造物の構築時あるいは使用時に、チタン板が外的要因により、チタン板に穴があいて、構造物の耐食性を著しく劣化させる場合がある。さらに、この溶接法は、構成上、直線的な一方向接合は容易に行えるものの、コーナー部など、曲がり部の接合は困難であるという問題点を有している。

【0005】

30 【発明が解決しようとする課題】前記のように従来の接合方法では、耐食性金属チタン板を安価に被覆して、長期間の耐久性をもたせることができないという問題点がある。本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、溶接部の腐食や割れの発生を招くことなく、しかも作業性を阻害しない簡便なチタンクラッド鋼板の接合方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係るチタンクラッド鋼板の接合方法は、鋼母材表面にチタンを接合させたチタンクラッド鋼板のチタン合わせ材側にチタン板を当て、チタンクラッド鋼板とチタン板とを重ね溶接する方法において、レーザビームを用いて溶接することを特徴とするものである。

【0007】また、チタンクラッド鋼板とチタン板の隙間が0.5mm以下となるようにチタン板を加圧しながらレーザ溶接するものである。

【0008】

【発明の実施の形態】図1は本発明方法による溶接継手の構成例を示すものである。溶接箇所は、チタンクラッド鋼板1のチタン合わせ材3とこのチタン合わせ材3の

表面に重ねたチタン板4との重ね部である。レーザ光10は、溶接入熱の精密な制御ができるため溶接部5における溶け込み深さを精度良く制御することができる。溶接金属がチタン合わせ材3を貫通せず、したがって溶接金属にチタンクラッド鋼板1の母材2から鉄を混入させずに、チタン板4とチタン合わせ材3のみを確実に溶接することができる。

【0009】図2に、本発明方法に使用するレーザ溶接装置の構成例を示す。本装置は、例えばロボットアーム15に取り付けられ、チタン板4の上からチタンクラッド鋼板1を連続的に加圧する加圧ローラ11が連結された加圧シリンダー12と、この加圧シリンダー12の後部に取り付けられたレーザ溶接用トーチ13および不活性ガスシールドボックス14とから構成されている。図中、16は光ファイバーである。加圧シリンダー12および加圧ローラ11でチタン板4を、チタンクラッド鋼板1のチタン合わせ材3側に加圧し、チタン板4とチタンクラッド鋼板1の隙間を0.5mm以下にする。両者間に1mm以上の隙間が存在すると、溶接金属がチタン板4とチタン合わせ材3を短絡できず接合できないためである。厚さが3mm程度のチタン板の場合、高々100kgの加圧で、隙間を0.5mm以下にすることができる。チタン板4を加圧するローラ11の後方で、トーチ13

*チ13からレーザビームを照射してレーザ溶接する。溶接に用いるレーザビームは、溶接加工に用いられるビームであれば、炭酸ガスレーザビーム、YAGレーザビーム、ヨウ素レーザビーム、一酸化炭素レーザビーム、エキシマレーザビーム等、いずれのレーザビームでも使用できる。レーザ光10の照射により溶融したチタンは、大気中の酸素、窒素と容易に反応してチタン酸化物や窒素化合物を形成して溶接金属を脆化させ、割れや耐食性の低下をきたすなどの悪影響を及ぼすため、不活性ガスシールドボックス14を設けて、溶融金属を不活性ガスでシールドする。不活性ガスとしては、アルゴンガス、ヘリウムガス等を用いる。

【0010】

【実施例】幅500mm、長さ500mmのチタンクラッド鋼板に、幅400mm、長さ500mmのチタン板を当て、本発明例は図1に示す溶接方法で、比較例は図3~5に示す溶接方法で、各試験片のチタン合わせ材3とチタン板4を溶接した。表1に、チタンクラッド鋼板母材2、チタン合わせ材3、チタン板4の厚さ、溶接方法および溶接条件並びに評価結果を示す。溶接試験片の品質は、表2に示す手法で評価した。

【0011】

【表1】

区分	試験 No	試験材厚さ (mm)			溶接 方法	溶接条件				厚さ H	引張、曲げ 試験 (剥離の有 無)	気密性 (水漏 れ)	総合 評価
		T 1	T 2	T 3		電流 (A)	速度 (cm/min)	出力 (W)	加圧力 (N)				
本 発 明 例	1	3	0.2	0.5	レーザ	—	1000	1000	500	150	無	無	良好
	2	3	0.5	0.3		—	750	1500	500	155	無	無	良好
	3	3	1.0	0.5		—	500	1500	750	160	無	無	良好
	4	4	0.3	0.3		—	950	1000	750	145	無	無	良好
	5	4	1.5	1.0		—	750	2500	1000	165	無	無	良好
	6	4	2.0	3.0		—	500	3000	1000	155	無	無	良好
比 較 例	7	3	0.5	1.0	TIG	80	20	—	—	625	溶接部割れ	有	不良
	8	4	1.0	1.5		120	15	—	—	554	溶接部割れ	有	不良
	9	3	0.2	0.5	シーム	2250	250	—	1900	170	無	無	良好
	10	4	0.5	0.8		2500	250	—	2000	620	溶接部割れ	有	不良
	11	4	1.5	1.0		3200	200	—	2500	585	溶接部剥離	有	不良

備考：試験材厚さ T 1：チタンクラッド鋼板の母材
T 2：チタンクラッド鋼板のチタン合わせ材
T 3：チタン板

【0012】

※ ※ 【表2】

評価項目	評価方法	品質判定方法
溶接金属部硬さ試験	溶接金属部のビッカース硬さを10点測定し、最大最小値を削除して、平均値を算出	平均ビッカース硬さHv ・Hv300以下：良好 ・Hv300以上：不良
溶接継手の引張試験及び曲げ試験	・溶接縫に垂直方向に45°曲げる (曲げ半径：チタンクラッド鋼板厚さの2倍) ・溶接縫に垂直方向に引張る	溶接部の破断位置により品質判定 ・母材部で破断、破断経路は溶接金属内部だが、溶接界面ではないか母材部で破断：良好 ・チタン合わせ材とチタン板の溶接界面で剥離：不良
気密試験	・溶接継手に水圧2気圧をかけて水漏れの有無を検知	・水漏れ無し：良好 ・水漏れ有り：不良

【0013】溶接金属部硬さ試験では、チタン合わせ材とチタン板とを溶接する時に、チタンクラッド鋼板母材の鉄が混入すると溶接金属の硬さが硬化し、割れおよび耐食性が劣化するため、ビッカース硬さ300以下の場合を良好とし、ビッカース硬さ300以上を不良とした。

【0014】表1中、試験No. 1~6は、本発明例である。レーザ溶接はYAGレーザ溶接機を用い、出力1000~3000Wで行った。チタンクラッド鋼板の母材厚さは、3mmおよび4mmであり、チタン合わせ材およびチタン板の厚さの組み合わせを、それぞれ0.2~2.0mm、0.3~3.0mmと広範囲に変化させて実施した。いずれの組み合わせにおいても、適正な条件で溶接することにより、母材からの希釈の無いチタン合わせ材とチタン板の溶接ができており、溶接金属の硬さは、ビッカース硬さで165以下となっている。また、引張・曲げ試験においても溶接部の割れや剥離は認められず、気密性も良好であった。このようにチタン板の厚さが1mm以上でも良好な溶接を行うことができる。このため、構造物のライニングにチタンクラッド鋼板を用いた場合、チタン板の厚さを1mm以上のものを用いることができるため、構造物の長期耐食性を確保できる効果がある。

【0015】比較例中、試験No. 7、8は、TIG溶接で作製した溶接継手である。いずれの場合も、溶接部には母材からの希釈があり、硬さがビッカース硬さで50以上と硬化している。また、引張・曲げ試験において溶接部に割れが発生しており、気密試験においても水漏れが認められた。比較例中、試験No. 9~11は、シーム溶接法で作製した溶接継手である。試験No. 9は、チタン合わせ材およびチタン板の厚さが0.2mm、0.5mmと薄い場合である。この場合には、硬さ、引張・曲げ試験、気密試験において良好な結果が得られているが、チタン合わせ材およびチタン板の厚さが0.5mmを超える試験No. 10、11においては、溶接部に母材からの希釈が認められ、硬さがビッカース硬さで500以上と硬化している。また、引張・曲げ試験においても溶接部に割れや剥離が認められ、さら

に、気密試験において水漏れが認められた。また、本発明例のレーザ溶接法で作製した試験No. 1と、同じ試験材厚さの条件で、総合評価が良好と評価された比較例のシーム溶接で作製した試験No. 9とを比較すると、本発明例では4倍の溶接速度で溶接が可能であり、効率よく溶接を行える。

【0016】

20 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、チタンクラッド鋼板のチタン合わせ材とチタン板とをレーザ溶接で重ね溶接するものであるから、溶接継手の機械的性質および気密性が非常に優れており、かつ溶接施工を簡便に能率よく実施できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のチタンクラッド鋼板の接合方法を示す概要図である。

【図2】本発明方法に使用するレーザ溶接装置の構成図である。

30 【図3】従来のTIG溶接法により重ね隅肉溶接をする例を示す図である。

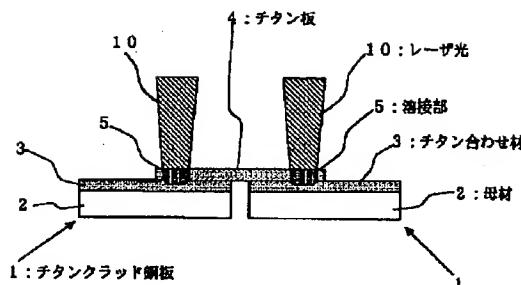
【図4】従来のダイレクト抵抗溶接法によりシーム溶接をする例を示す図である。

【図5】従来のインダイレクト抵抗溶接法によりシーム溶接をする例を示す図である。

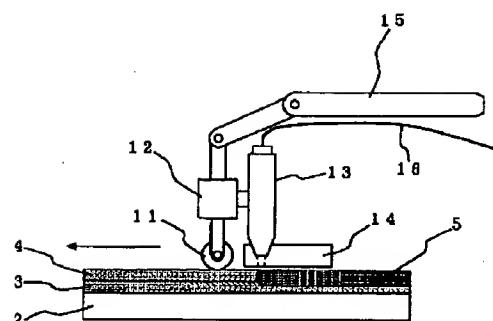
【符号の説明】

- 1 チタンクラッド鋼板
- 2 チタンクラッド鋼板の母材
- 3 チタンクラッド鋼板のチタン合わせ材
- 40 4 チタン板
- 5 溶接部
- 10 レーザ光
- 11 加圧ローラ
- 12 加圧シリンダー
- 13 レーザ溶接用トーチ
- 14 不活性ガスシールドボックス
- 15 ロボットアーム
- 16 光ファイバー

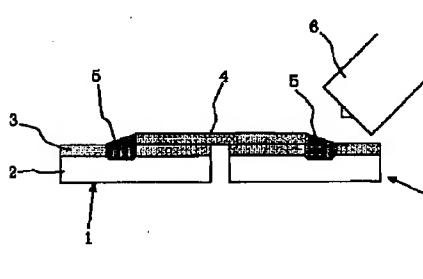
【図1】



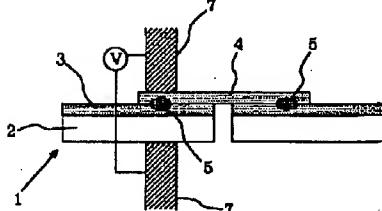
【図2】



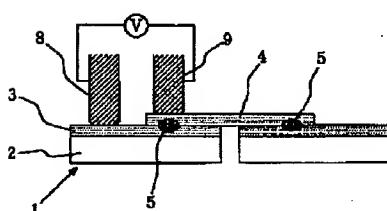
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 茂
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内

(72)発明者 武市 泰樹
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内

(72)発明者 高野 俊夫
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本鋼管株式会社内

PAT-NO: JP411245063A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11245063 A

TITLE: JOINTING METHOD OF TITANIUM CLADDED STEEL
PLATE

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: A laser welding device comprises, for example, a pressing cylinder 12 which is mounted to a robot arm 15 and connected with a pressing roller 11 for continuously pressing a titanium cladded steel from above a titanium plate 4, a laser welding torch 13 mounted to a rear part of the pressing cylinder 12, and an inert gas shield box 14. The titanium plate 4 is pressed towards a titanium cladding material 3 side of the titanium cladded steel plate by means of the pressing cylinder 12 and the pressing roller 11, so that a spacing between the titanium plate and the titanium cladded steel plate becomes 0.5 mm or less. If the spacing is 1 mm or more, the titanium plate 4 and the titanium cladding material 3 are not short-circuited by a molten metal, and not jointed.